



Алексей Некрасов,
д.э.н., профессор, профессор кафедры
«Менеджмент» Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет



Анна Сеницына,
к.т.н., доцент кафедры «Логистические
транспортные системы и технологии»,
Российский университет транспорта (МИИТ)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЦИФРОВУЮ ИНДУСТРИЮ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы создания интегрированных транспортно-логистических систем (ИТЛС), которые должны соответствовать глобальным изменениям, происходящим в современном мире, основанных на принципах Индустрии 4.0 и проактивного управления. ИТЛС нового поколения объединяют подсистемы транспортно-логистического обслуживания, звенья поставок и обеспечивают устойчивость и клиентоориентированность на более эффективном уровне. Это один из приоритетов киберфизических систем, предусмотренных концепцией Индустрии 4.0. Ведущее место среди бизнес-моделей экономики знаний и логистических технологий следует отводить моделям управления жизненным циклом ИТЛС, имеющим длительный временной цикл.

Ключевые слова. Сложные организационно-технические объекты (СОТО), мульти- и интермодальные системы доставки грузов, модели жизненного цикла, логистические технологии, бизнес-модели, цепи поставок, транспорт, инновации, транспортно-логистические системы, комплексное логистическое обслуживание, интегрированные транспортно-логистические системы (ИТЛС), киберфизические системы, Индустрия 4.0, проактивное управление.

ANNOTATION. The article discusses actual problems of creating integrated transport and logistics systems (ITLS), which should correspond to global changes taking place in the modern world, based on the principles of Industry 4.0 and proactive management. ITLS of the new generation unites subsystems of transport and logistics services, supply links and provide stability and customer-orientation at a more efficient level. This is one of the priorities of the cyberphysical systems envisaged by the industry concept 4.0. The leading place among the business models of the «knowledge economy» and logistics technologies should be assigned to the ITL life cycle management models having a long time cycle.

KEY WORDS. Complex organizational and technical facilities (SOTO), multimodal and intermodal delivery systems, Life cycle models, Logistics technologies, Business model, Supply chain, transport, Innovation, Transport and logistics systems, Complex logistics services, Integrated transport and logistics systems (ITLS), Cyberphysical systems, Industry 4.0, Proactive management.

Предпосылки формирования парадигмы глобальной транспортной системы XXI в.

В настоящее время перед транспортной отраслью России, ее инфраструктурой, системой мультимодальных перевозок остро стоит вопрос повышения эффективности управления при взаимодействии с различными отраслями экономики. Основой оценки эффективности в современном технологическом укладе служит новый критерий – обеспечение адаптивности и устойчивости функционирования транспортной системы. Мо-

делью инновационной системы экономики государств в XXI в. являются преимущественно сложные организационно-технические объекты (СОТО), ориентированные на сочетание адаптивных информационных технологий и интегрированных моделей жизненного цикла различных систем предприятия. Мульти- и интермодальные системы доставки грузов дают новые возможности для развития логистических услуг и интеграции различных участников транспортировки грузов. Об этом свидетельствуют исследования и публикации, используемые авторами в статье [1–3].

Главной движущей силой становится потребность в высокоэффективном транспорте и логистических технологиях по обслуживанию грузоотправителей и грузополучателей. Ключевые проблемы здесь – доступность услуг через мобильные устройства (включая средства идентификации), развитие адаптивных бизнес-моделей и безопасность цепей поставок. Организациям необходимо, чтобы у поставщиков товаров на всех этапах сложных цепей поставок гарантированно имелись планы действий по предотвращению угроз и снижению рисков, которым они могут подвергаться [4].

Жизнеспособность организации стала напрямую зависеть от устойчивой работы поставщиков и потребителей. Следовательно, обеспечение высокоэффективного функционирования транспорта напрямую связано со структурой (процессами) самих предприятий, используемым оборудованием и производственными активами, которые входят в различные этапы жизненных циклов систем. Все это повышает сложность организационно-технических объектов (СОТО), к которым относятся транспортные и транспортно-логистические системы [5, 6].

Глобальная транспортная система представляет собой сеть автодорог, железных дорог и станций, морских портов и авиационных коридоров, обслуживающих мировую торговлю, промышленное производство, городскую инфраструктуру и нужды людей, поэтому одним из главных факторов конкурентоспособности является не изобилие природных ресурсов, а свободный доступ к международному транспорту и телекоммуникациям, интегрированным с экономиками различных государств.

Транспорт, будучи ведущей отраслью экономики, взаимодействующей с другими отраслями, обеспечивает приемку, обработку и доставку различных видов грузов по территории РФ и за ее пределами. Транспортная стратегия России до 2030 г. выделила три фактора, связанные с модернизацией транспортной системы страны [7].

Первый фактор – усиление глобальной конкуренции, охватывающей рынки товаров, услуг, капитала, и других факторов экономического роста. Это требует существенного повышения конкурентоспособности российской транспортной системы.

Второй фактор – возрастание роли человеческого капитала, когда уровень конкурентоспособности инновационной экономики все в большей степени определяется качеством профессиональных кадров. Необходим качественный рост производительности труда персонала и транспортных систем – важнейших факторов снижения транспортно-логистических издержек и повышения конкурентоспособности транспортного комплекса России на мировом рынке.

Третий фактор – исчерпание источников экспортно-сырьевого типа развития на основе интенсивного наращивания топливного и сырьевого экспорта, что требует приоритета мер инновационного характера по обеспечению глубокой переработки сырья.

Для транспорта это означает повышение мобильности населения, грузов, услуг и капитала и достижения нового уровня эффективности и качества услуг.

Современное развитие международных перевозок и прогрессивных транспортно-логистических технологий предполагает использование нескольких видов транспорта при взаимодействии с его различными этапами жизненного цикла, что определяет способность транспортной системы к эффективному взаимодействию за счет географической и функциональной диверсификации и автономности отдельных звеньев сети поставок. Внедрение современных технологий в ближайшее время будет направлено не только на снижение затрат, улучшение надежности и безопасности всех звеньев, но и на мобильную совместимость процессов жизненного цикла транспортировки.

В основе государственной политики рассматриваются преимущественное развитие мультимодальных (интермодальных) перевозок на основе введения единых технических и информационных стандартов и унификация перевозочных документов. При переходе к интенсивному и инновационному типу развития наша страна стремится стать одним из лидеров глобальной экономики, что требует принятия адекватных стратегических решений по развитию всего транспортного комплекса на долгосрочную перспективу.

Анализ и структуризация проблемы управления транспортно-логистической системой нового поколения

Основу транспортно-логистической системы составляет не только использование новых технологий по транспортировке в отдельном предприятии сети, участвующем в приемке, обработке и доставке груза до конечного получателя, но и создание на базе множества моделей жизненного цикла устойчивого взаимодействия. Интеграция транспортно-логистических процессов и производственных активов (терминалов, складов, подъемно-транспортного оборудования, подвижного состава и др.) обеспечивает более высокий уровень роста производительности всей системы, а не только отдельных работников и автоматизированных рабочих мест.

Таким образом, методология, технологические решения и инструмен-

тарий организационного взаимодействия в сети поставок должны основываться на интегрированных транспортно-логистических системах (ИТЛС) нового поколения, которые объединяют подсистемы транспортно-логистического обслуживания, звенья поставок и обеспечивают устойчивость и клиентоориентированность на более эффективном уровне. Это один из приоритетов киберфизических систем, предусмотренных концепцией Индустрии 4.0 [8–10].

Так, железнодорожный транспорт и ОАО «РЖД» в основе логистического обслуживания (сервиса) развивают индивидуальный и комплексный подходы, учитывающие все потребности клиента с точки зрения логистики и технологий грузопереработки. При этом необходимо осуществить переход от оказания преимущественно услуг по перевозкам к предоставлению грузовладельцам интегрированных услуг по принципу «от двери до двери»; расширению спектра услуг с уровня 2PL до 3PL и 4PL, что создаст условия по формированию адаптивных сетей поставок.

Основными направлениями усилий по улучшению обслуживания могут стать схемы, позволяющие снижать время перемещения грузов по сети железных дорог, способствующие повышению их сохранности и гарантий доставки в заявленные контрактные сроки. Перевозчик – крайне важное звено транспортной цепи, от улучшения перечисленных параметров его работы зависят показатели эффективности в целом [11].

К 2030 г. ускоренное развитие логистики и перенос затрат производителей из собственных транспортных подразделений в сферу логистического аутсорсинга позволит данному сегменту расти темпами, превышающими рост ВВП при оптимизации общего уровня транспортных издержек за счет повышения уровня консолидации отправок, ускорения товародвижения и сокращения запасов, оптимизации товаропотоков, отказа от неэффективных транспортных схем, снижения грузоемкости производственных процессов, более тесной интеграции транспортных, складских и производственных технологий (рис. 1).

В соответствии с Транспортной стратегией РФ на период до 2030 г. перед железнодорожной отраслью и ОАО «РЖД» до 2030 г. стоят следующие масштабные задачи [7]:

– обеспечение формирования возвращенной сети скоростных и высо-

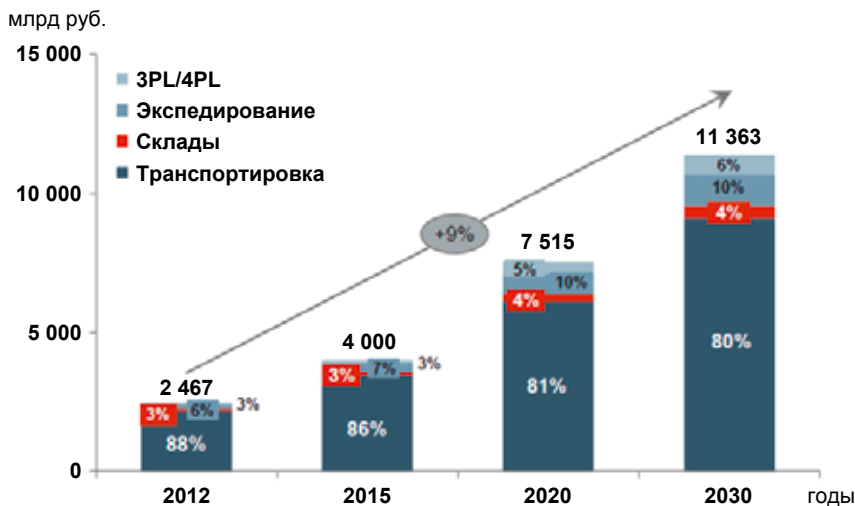


Рисунок 1. Динамика развития рынка транспортно-логистических услуг
 Источник: ОАО «РЖД», РБК, Global insight

коскоростных перевозок в соответствии с инновационным сценарием развития;

- повышение качества грузовых и пассажирских перевозок и их безопасность;
- обновление парка подвижного состава, внедрение современных инновационных технологий и информационно-управляющих интеллектуальных транспортных систем;
- разработка и применение прорывных технологий (интеллектуальные системы управления перевозочным процессом, системы цифровой оперативно-технологической связи же-

лезнодорожного транспорта, технологии обеспечения безопасности работы на станциях на базе цифровых моделей пути и спутниковой навигации, технологии интервального регулирования движения поездов).

За период с 2004 г. объем рынка транспортно-логистических услуг в России возрос на 20% в сопоставимых ценах. Рост данных услуг в ОАО «РЖД» в целом покрывают дочерние компании, осуществляющие транспортно-логистический бизнес:

- ПАО «ТрансКонтейнер» занимает около 47% железнодорожного сег-

мента перевозок контейнеров и около 15% российского контейнерного рынка в стоимостном выражении;

- ОАО «Федеральная грузовая компания» занимает около 20,7% рынка оперирования грузовыми вагонами и является лидером в реализации сетевой модели обслуживания грузоотправителей;
- ОАО «РейлТрансАвто» занимает 64% рынка железнодорожных перевозок автомобилей и около 17% рынка перевозок автомобилей всеми видами транспорта;
- АО «РЖД Логистика» – крупнейший российский мультимодальный логистический оператор в СНГ и странах Балтии, имеющий 8 филиалов и 24 обособленных подразделений.

В частности, одним из приоритетных направлений деятельности АО «РЖД-Логистика» является развитие высокотехнологичных сервисов – логистического аутсорсинга и комплексного транспортно-логистического обслуживания, внедрение «бесшовных» перевозочных технологий, которые уже сегодня помогают предлагать клиентам более эффективные логистические решения, организовывать сложные цепи поставок и комплексные сервисы.

В этом сегменте компания наиболее успешно сотрудничает с предприятиями, производственные процессы которых связаны с железной дорогой, что также предполагает комплексное управление цепями поставок сырья и готовой продукции крупных промышленных и ресурсодобывающих холдингов. Знание всех технологических и организационных аспектов железнодорожных перевозок позволяет предлагать клиентам оптимальный вариант перевозки. Сегодня в активе компании – успешно действующие проекты логистического аутсорсинга на Северо-Кавказской, Свердловской, Горьковской железных дорогах. В числе ее основных клиентов «Русская медная компания», «Гардиан Стекло Ростов», «Новотроицкий цементный завод» и др. [12].

Ярким примером внедрения «бесшовных» технологий может служить работа с холдингом ЕВРАЗ, где «РЖД Логистика» обеспечивает плотное взаимодействие добывающих и перерабатывающих предприятий клиента с железными дорогами, морскими портами, стивидорными компаниями и судовладельцами.

Формирование и внедрение высококачественной и комплексной системы обслуживания грузов на основе инте-

Варианты многоструктурных состояний	j -й уровень ИТЛС и ФУИС				Графики изменения структурных состояний ИТЛС и ФУИС
	$S_0^{(j)}$	$S_1^{(j)}$...	$S_k^{(j)}$	
Типы структур					
Топологическая структура			...		
Технологическая структура			...		
Техническая структура			...		
Структура программно-математического обеспечения			...		
Структура информационного обеспечения			...		
Организационная структура			...		

Рисунок 2. Типы структур в динамике.
 Источник: составлено авторами

грации участников транспортной сети должно базироваться на принципах адаптивности, безопасности и устойчивости. В основе высокоэффективной интегрированной транспортно-логистической системы (ИТЛС) лежит скоординированное взаимодействие предприятий в рамках этапов жизненного цикла «проектирование – применение/эксплуатации-операционный контроль – проверка и корректирующие действия – проверка системы управления». Этот контур формирует процессы жизненного цикла проактивного управления. Данное направление призвано внести свой вклад в обеспечение не только устойчивости функционирования транспорта, но и конкурентоспособности инфраструктуры национальной экономики России. Возможные варианты состояний СОТО на основе методологии структурной динамики представлены на рис. 2 [13].

Таким образом, ставится и решается задача не только сокращения издержек в каждом звене сети, но и проведение комплексной оценки ИТЛС. В этой связи должна быть установлена грань между устойчивостью (равновесием) и перестройкой процессов между различными моделями жизненного цикла (рис. 2).

Мультимодальность перевозок также сопряжена с использованием различных видов транспорта. Развитие международной торговли и транспорта ставит одну из системных проблем – совместимость международных и национальных стандартов. Появились и новые общетранспортные проблемы, формирующие ядро системы через безопасность и устойчивость экологического состояния внешней среды и транспортной сферы. По некоторым прогнозам в системе автомобильных перевозок автотранспорт будет доминировать в сфере коротких перевозок и в интеграции с воздушными и морскими перевозками, охватывающими большую часть международных перевозок грузов. В модели «авто–авиа» будут предприняты дальнейшие действия по развитию мультимодальных перевозок на базе крупных железнодорожных хабов.

Требования, архитектура и инструменты интеллектуализации проактивного управления ИТЛС

Информация все больше становится стратегическим ресурсом общества, его движущей производительной силой. На смену индустриально-

Уровни аналитического контроля безопасности транспортируемых логистических единиц

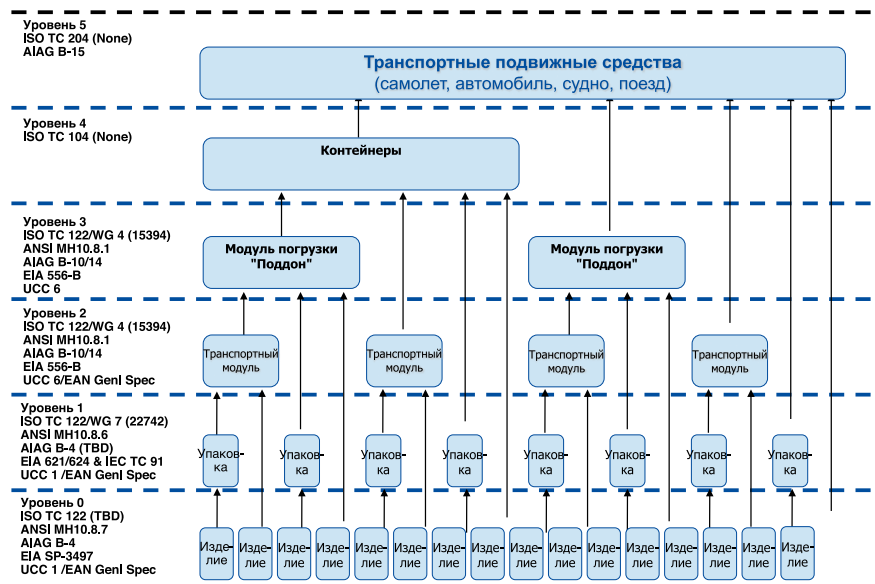


Рисунок 3. Иерархические уровни контроля жизненных циклов ИТЛС.

Источник: <https://www.iso.org/committee/54706/x/catalogue>

му этапу развития общества пришла новая эволюционная фаза информатизации, при которой наиболее эффективное и динамичное развитие общества возможно на основе максимального использования имеющихся информационных ресурсов и средств их обработки (базы данных, классификаторы, стандарты документов, компьютеры, телекоммуникации и пр.).

Новый технологический уклад, названный Индустрия 4.0, предусматривает дальнейшую интеграцию сети машин, которые смогут автономно изменять производственные шаблоны, оставаясь высокоэффективными. Растущая интеграция умных заводов в промышленную и транспортную инфраструктуру будет означать существенное снижение затрат энергии и рост производительности труда. Создание и внедрение технологий M2M (Machine-to-Machine) и IoT (Internet of Things – Интернет вещей) позволили логистическим компаниям развивать системы управления цепями поставок и внутренними процессами предприятий посредством технологий межмашинного взаимодействия [14]. M2M-технология позволяет удаленному устройству передавать в центр обработки информации данные о контролируемом объекте – СОТО. Однако центральной проблемой становится не увеличение объемов информации и автоматизации с помощью киберфизических (робото-

ориентированных) систем, а формирование управления самоорганизацией как наиболее эффективного способа борьбы с неопределенностью (рисками) внешней среды, поддержания структур и функций СОТО в новых моделях управления жизненным циклом. Поэтому приоритетными направлениями в ИТ-индустрии становятся стратегии адаптивных и проактивных систем, адаптивного управления и предприятия [15–17].

Центральное место в инструментальной подобной системе и предприятий занимает совершенствование процессов управления жизненным циклом.

Главным ресурсом современного развития современных ИТЛС становятся знания, главным механизмом развития – проактивные системы управления, призванные обеспечить эволюционный переход от приспособления к внешней среде, то есть к ее формированию. В этих условиях эффективность будет в первую очередь зависеть от ее успехов в развитии инновационных технологий и адаптивных предприятий.

Возможные варианты уровней аналитического контроля мультимодальных перевозок на базе формирования многоуровневой структуры жизненным циклом различных объектов транспортировки представлены на рис. 3. Для доставки грузов точно в срок и с возможно меньшими затратами ресурсов должен быть разработан и осу-

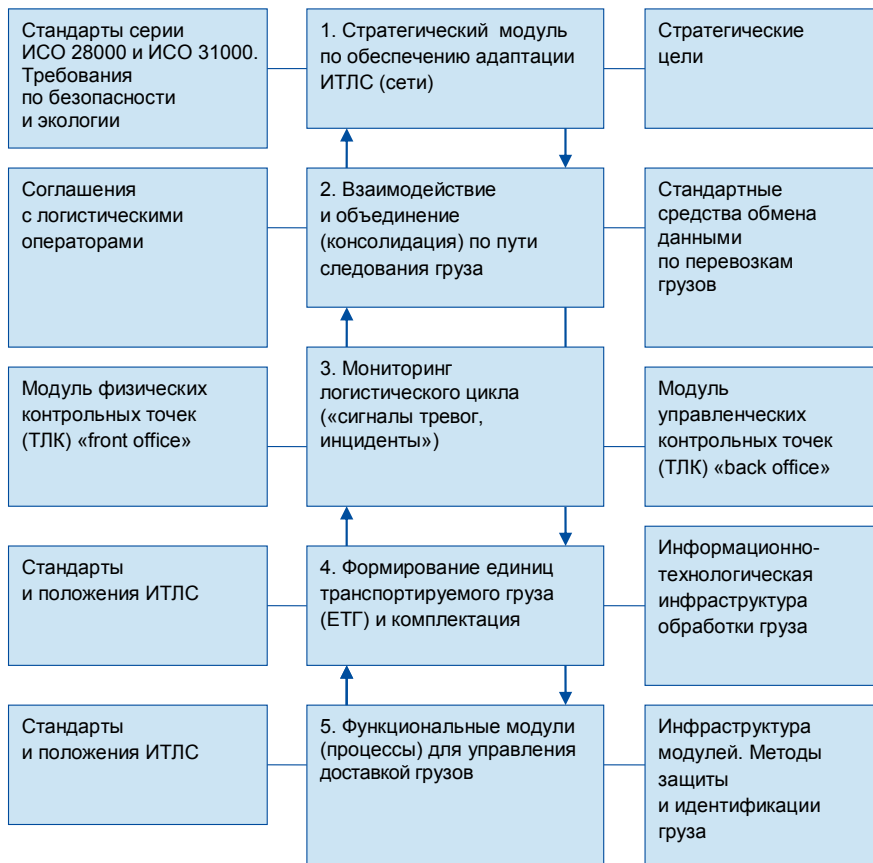


Рисунок 4. Организационно-управленческий механизм устойчивого функционирования ИТЛС.

Источник: составлено авторами

ществлен единый технологический процесс на основе интеграции производства, транспорта и потребления. Под единым технологическим процессом в данном случае понимается комплексная технология, в рамках которой на основе системного подхода осуществляется четкое взаимодействие всех элементов системы.

Создание качественно новой, устойчивой по отношению к возмущениям внешней среды ИТЛС связано с решением целого ряда специфических проблем: изучением конъюнктуры рынка, прогнозированием спроса и производства и объема перевозок и мощности транспортной подсистемы, определением оптимальных величин и заказов транспортных партий груза и уровня запасов сырья, топлива, материалов, комплектующих изделий, готовой продукции и транспортных средств. Главный приоритет в данном случае – это сервис-ориентированный подход к организации сети, позволяющий обеспечить взаимодействие систем класса PLM (управления жизненным циклом изделия) с процессами SCM (управления цепью поставок) через предостав-

ление услуг (сервисов) для потребителей. Проактивная система управления сетью призвана стать связующим звеном между процессами жизненного цикла PLM и SCM.

Оценка деятельности ИТЛС будет зависеть от различных характеристик грузов и оборудования, решаемых стратегических и оперативных задач по обеспечению устойчивости функционирования сети поставок [19]. Систематически осуществляемые оценки соответствия направлены на выявление слабых мест в процессах и результатах, что сказывается на снижении общих издержек и потерь. Это дает возможность планировать улучшение всей деятельности ИТЛС с целью повышения эффективности и устойчивости процессов системы на всех иерархических уровнях (рис. 4).

Заказ на перевозку считается выполненным, если реализован в пределах заданного диапазона допуска. При рассмотрении общей надежности цепи рассматривается комбинация всех элементов, взаимодействующих в рамках функционального логистического цикла в виде последовательной цепочки

событий. С помощью операционных модулей, увязанных с оборудованием и транспортными средствами, обеспечивается взаимодействие между всеми технологическими процессами для достижения согласованного варианта поставки продукции (в режиме «автономное управление»). Взаимодействие модулей обеспечивается с помощью электронных досье, обладающих архитектурой комбинирования ресурсов-рисков и оценки производительности ИТЛС. Например, управление транспортным досье связано с импортными и экспортными операциями (управлением отправкой и доставкой грузов).

Досье является необходимым эффективным инструментом управления процессом доставки груза. Оно может содержать определенную последовательность операций применительно к различным видам транспорта и центрам. Наряду с обработкой индивидуальных досье, которым соответствуют накладные, операции по вводу данных, с помощью интегрированных логистических модулей можно управлять группировкой досье или их консолидацией на основе объединения информационных ресурсов. При формировании схемы транспортировки группируются данные о заказе на доставку грузов, данные о логистических этикетках единиц транспортируемых грузов (ЕТГ), а также информация для их управления. При наличии схем транспортировки в базе данных выбор конкретной схемы связан с формированием профиля контроля (tracing) за выполнением последовательных событий административного характера.

На рис. 5 показана связь схем транспортировки с профилем контроля за перемещением ЕТГ (УТ). Каждому заказу и каждой ЕТГ (УТ) соответствует свой центр со своей архитектурой. Процесс логистического взаимодействия в рамках центра объединяет агента заказа и агента ЕТГ.

Управление конкретными типами электронных досье предполагает получение соответствующих финансово-экономических результатов. Финансовый результат логистической операции получается объединением ресурсов и результатов из других досье, которыми он управляет. Для каждой схемы мультимодальной перевозки необходимо получение не только финансовых результатов, отраженных через рентабельность операций, но и возможности сравнения полученных данных по производительности и рискам с учетом динамики их развития в перспективе.

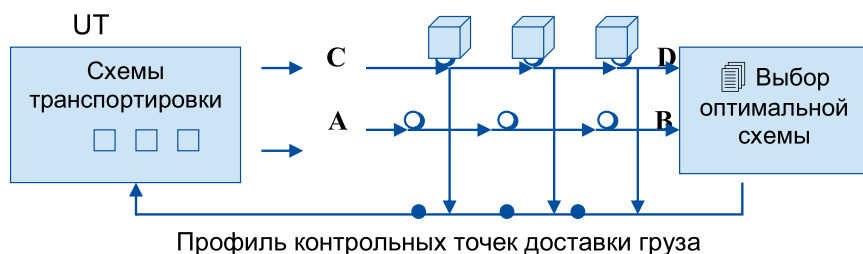


Рисунок 5. Интеграция схем транспортировки и контрольных точек при доставке груза.
Источник: составлено авторами

Подводя итоги по рассмотрению проблемы трансформации интегрированных транспортно-логистических систем в цифровую индустрию в XXI в., необходимо отметить следующее:

- актуальность проблемы заключается в создании нового облика и характеристик ИТЛС, которые должны соответствовать глобальным изменениям, происходящим в современном мире, основанным на принципах Индустрии 4.0 и проактивного управления. Это создает условия для адаптации транспорта к современному сервис-ориентированному сектору экономики России. Новые принципы по формированию СОТО направлены на обеспечение национальной безопасности и устойчивое развитие транспорта;
- ведущее место среди бизнес-моделей экономики знаний и логистических технологий следует отдавать моделям управления ИТЛС, имеющим длительный временной цикл. Одна из главных идей системы управления жизненным циклом – эффективное использование непротиворечивого представления системы и окружающей среды в изначально несовместимых между собой организационно-технических системах «расширенной организации»;
- отличительная особенность ИТЛС нового поколения – это способность функционировать в условиях сбойных ситуаций на основе концепции и методов проактивного управления. В качестве базовой основы для нового уровня повышения качества и производительности функционирования транспортных систем следует рассматривать модели и требования, отраженные в международных и национальных стандартах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логистическое управление грузовыми перевозками и терминально-складской деятельностью: учеб. пособие / под ред. С.Ю. Ели-

- сеева, В.М. Николашина, А.С. Сеницыной. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 428 с.
2. Миротин Л.Б., Некрасов А.Г., Гудков В.А. и др. Повышение эффективности грузовых перевозок на основе создания устойчивой транспортно-логистической системы модульного типа для высокоскоростной обработки и доставки грузов / под ред. Л.Б. Миротина и А.Г. Некрасова. – М.: Техполиграфцентр, 2013. – 232 с.
3. Николашин В.М., Зудилин Н.А. Сеницына А.С. и др. Сервис на транспорте: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / под ред. В.М. Николашина. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 304 с.
4. Стандарт ISO 28002:2011 «Системы менеджмента безопасности цепи поставок. Обеспечение устойчивости в цепи поставок. Требования и руководство по применению».
5. Миротин Л.Б., Омельченко И.Н., Колобов А.А. и др. Инженерная логистика: логистически-ориентированное управление жизненным циклом продукции: учеб. для вузов / под ред. Л.Б. Миротина и И.Н. Омельченко. – М.: Горячая линия «Телеком», 2011. – 644 с.
6. Карташев А.В., Некрасов А.Г., Атаев К.И. Управление жизненным циклом сложной наукоемкой продукции в интегрированных сетях поставок: монография. – М.: PrintUp, 2016. – 324 с.
7. Транспортная Стратегия РФ на период до 2030 года, утвержденная Правительством РФ от 22.11.2008 №1734-р, с внесенными изменениями (распоряжение Правительства РФ №1032-р от 11.06.2014). Электронный ресурс: <http://rosavtdor.ru/documents/119>.

8. Некрасов А.Г., Сеницына А.С. Логистический инжиниринг как инструмент интеграции логистических систем // Логистика. – 2016. – №12. – С. 40–45.
9. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Неоконвергентика – возможности и перспективы развития // Доклад на общем пленарном заседании 5-й научной конференции «Управление и информационные технологии» (УИТ–2008), Россия. Санкт-Петербург, 14–16 октября, 2008 / ЦНИИ «Электроприбор», СПб, 2008.
10. Мейер К., Дэвис С. Живая организация / пер. с англ. – М.: Изд-во «Добрая книга», 2007. – 368 с.
11. Киреева Н.С. Исследование инструментов логистики в контексте концепции создания добавленной стоимости в цепях поставок // Российское предпринимательство. – 2013. – №1 (223). – С. 79–82. Электронный ресурс: <http://www.creativeconomy.ru/articles/27634>.
12. Электронный ресурс: <http://www.rzdlog.ru/press/1366>; <http://www.rzdlog.ru/press/1667>.
13. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. – М.: Наука, 2006. – 410 с.
14. Цивлин А. От М2М к IoT: эволюция через синергию // Логистика. – 2015. – №12.
15. Бир Ст. Мозг фирмы. – М.: УРСС, 2005. – 315 с.
16. Соколов Б.В., Птушкин А.И. Состояние исследований по проблеме управления жизненным циклом искусственного созданных объектов: аналитический обзор. – Грант РФФИ № 09-07-11004-ано. СПб.: СПИИРАН, 2010. – 56 с.
17. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М.: Стандартинформ, 2006.
18. ГОСТ Р ИСО 20121-2014. Система менеджмента устойчивого развития. Требования и практическое руководство по менеджменту устойчивости событий. – М.: Стандартинформ, 2015.
19. Reference number ISO 28002:2011 (E). Security management systems for the supply chain – Development of resilience in the supply chain – Requirements with guidance for use. – Geneva ISO, 2011. ■